



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

87 EP 0 586 211 M1

10 DE 693 08 182 T 2

61 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
B 27 N 3/28  
B 29 C 70/12  
E 06 B 3/00

21 Deutsches Aktenzeichen: 693 08 182.1  
86 Europäisches Aktenzeichen: 93 306 843.9  
86 Europäischer Anmeldetag: 27. 8. 93  
87 Erstveröffentlichung durch das EPA: 9. 3. 94  
87 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 19. 2. 97  
47 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 21. 8. 97

30 Unionspriorität:

938365 31.08.92 US

73 Patentinhaber:

Andersen Corp., Bayport, Minn., US

74 Vertreter:

Eisenführ, Speiser & Partner, 81479 München

84 Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU,  
MC, NL, PT, SE

72 Erfinder:

Deaner, Michael J., Osceola, Wisconsin 54020, US;  
Heikkila, Kurt E., Circle Pines, Minnesota 55014, US;  
Puppini, Giuseppe, Bayport, Minnesota 55003, US

54 Verbundbauteil aus Polymer und Holz

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wird vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 693 08 182 T 2

DE 693 08 182 T 2

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft Verbundmaterialien aus Polymer und Holz, die zur Herstellung von Bauteilen verwendet werden können, wie sie für Gebäude, beispielsweise Wohngebäude und gewerbliche Gebäude, und insbesondere zur Herstellung von Fenstern und Türen verwendet werden. Die Erfindung betrifft insbesondere ein Bauteil, das als direkter Ersatz für Holz- und Metallbauteile verwendet werden kann und hervorragende Eigenschaften hat. Das erfindungsgemäße Bauteil kann Ersatz für verleimtes Bauholz und Bauteile mit komplexen Funktionsformen umfassen, beispielsweise hölzerne Türschienen, Pfosten/Leisten, senkrechte Leisten, Fensterbänke bzw. Türschwellen, Führungen, Fensterflügelstopper und Zierelemente wie Gitterrundungen, Verstärkungsrippen, Abrundungsbögen usw.

Für Fenster und Türen werden herkömmlicherweise Elemente aus hartem und weichem Holz sowie Metallbauteile, typischerweise aus Aluminium, verwendet. Türen und Fenster für Wohngebäude werden häufig aus gehobelten Holzteilen hergestellt, in die Glasscheiben eingesetzt werden, um typischerweise Doppelschiebefenster oder Fensterfutter und Schiebetüren oder an Bändern hängende Türen zu erhalten. Zwar sind Fenster und Türen aus Holz als Bauteile in Ordnung und für viele Wohnanlagen gut geeignet, jedoch müssen sie gestrichen und routinemäßig gewartet werden, und unter bestimmten Umständen können sich Probleme durch Insektenfraß und sonstige Schadeinwirkungen auf Holzbauteile einstellen. Bei Holzfenstern stellt sich auch die Kostenfrage im Hinblick auf die Verfügbarkeit von geeignetem Bauholz. Astfreies Holz und entsprechende Holzprodukte werden allmählich immer knapper, und die steigende Nachfrage bewirkt einen raschen Kostenanstieg.

Metallfenster und -türen sind auf dem Markt eingeführt. Metallfenster und -türen werden oft aus extrudierten Aluminiumteilen gefertigt, die in Kombination mit Gummi und aushärtbaren thermoplastischen Dichtmaterialien brauchbare Elemente ergeben. Metallfenster haben typischerweise den Nachteil, daß sie energietechnisch ungünstig sind und beträchtliche Wärmemengen aus geheizten Räumen an die kalte Umgebung abgeben.

Zur Herstellung von Fenster- und Türelementen werden bisher extrudierte thermoplastische Materialien verwendet. Typischerweise werden Dichtungen, Einfassungen, Gitter und Beschichtungen aus verstärkten und unverstärkten thermoplastischen Materialien hergestellt. Außerdem stellt die Andersen Corporation unter dem Warenzeichen "Permashield"

seit vielen Jahren Fenster her, bei denen thermoplastische Polyvinylchloridmaterialien mit Holzbauteilen kombiniert sind. Das Herstellungsverfahren für derartige Fenster ist in den Druckschriften US-2 926 729 und US-3 432 883 offenbart und beinhaltet das Extrudieren einer Polyvinylchloridhülle oder -beschichtung um das Holzbauteil, das durch eine Extrusionsform geführt wird. Derartige beschichtete Bauteile werden verbreitet als Bauteile für Fensterrahmen oder für Doppelschiebefenster oder Fensterfutter verwendet.

Thermoplastische Polyvinylchloridmaterialien werden auch mit Holzprodukten kombiniert, um extrudierte Materialien herzustellen. Die bisherigen Bemühungen, ein Material herzustellen, das direkt zu einem Bauteil extrudiert werden kann, das Holzbauteile unmittelbar ersetzen kann, sind erfolglos geblieben. Ein derartiges Verbundbauteil ist im einzelnen in der JP-A-59156712 beschrieben. Die Verbundbauteile nach dem Stand der Technik sind hinsichtlich Elastizitätsmodul (typischerweise etwa  $5 \times 10^5$  psi (3400 MPa) oder darüber), Druckfestigkeit, Wärmeausdehnungskoeffizient, Elastizitätskoeffizient, Widerstandsfähigkeit gegenüber Insektenfraß und Verrottung oder Qualitätseinbußen unzulänglich, bei einfacher Bearbeitbarkeit und Befestigung von Verbindungselementen, so daß sie nicht als direkter Ersatz für Holz in Frage kommen. Außerdem müssen viele extrudierte Verbundbauteile nach dem Stand der Technik nach dem Extrudieren auf die richtige Endform zugeschnitten werden. Bei einer bestimmten Gruppe von Verbundwerkstoffen, nämlich einem Material aus Polyvinylchlorid und Holzmehl, tritt das zusätzliche Problem auf, daß Holzmehl explosiv ist und daß die Holzpartikel bei bestimmten Konzentrationen von Holzmehl in der Luft verleimt werden müssen.

Somit besteht ein erheblicher Bedarf hinsichtlich der Entwicklung eines Verbundmaterials, das unmittelbar durch Extrudieren entsprechend einem Holzbauteil geformt werden kann. Der Bedarf zielt auf einen Modul (Steifheit), einen annehmbaren Wärmeausdehnungskoeffizienten und ein leicht formbares Material, dessen Abmessungen reproduzierbar erhalten bleiben, ein Material mit geringem Wärmeübergang, verbesserter Beständigkeit gegenüber Insektenfraß und Verrottung im Gebrauch und ein Material, das mindestens so gut geschnitten, gehobelt, gebohrt und mit Verbindungselementen versehen werden kann wie Holzbauteile.

Seit vielen Jahren gibt es in diesem Herstellungszweig auch einen Bedarf hinsichtlich der bei der herkömmlichen Herstellung von Holzfenstern und -türen anfallenden Abfallprodukte. Die Hersteller von Holzfenstern und -türen sind beträchtlich sensibilisiert worden hinsichtlich der entstehenden Abfallprodukte, die beachtliche Mengen von Holzkantenboßmaterial, Sägemehl, Hobelabfällen, thermoplastischem Recyclingmaterial einschließlich Recycling-PVC und sonstige Nebenprodukte umfassen. Normalerweise werden diese

Stoffe wegen ihres Heizwerts und zur Stromerzeugung verbrannt, oder sie werden entsorgt, indem sie an geeigneter Stelle als Bodenverfüllungsmaterial verwendet werden. Diese Abfallprodukte sind mit beachtlichen Mengen von Heißschmelzklebern und lösemittelhaltigen Klebern, thermoplastischen Materialien wie Polyvinylchlorid, Anstrichkonservierungsmitteln und sonstigen organischen Stoffen verunreinigt. Es besteht ein erheblicher Bedarf an der Erschließung einer produktiven und umweltverträglichen Verwendung dieser Abfallprodukte um zu verhindern, daß sie in umweltschädlicher Weise in die Umwelt gelangen.

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung stellen wir ein Verbundteil aus Polymer und Holz zur Verfügung, welches eine Mischung aus Holzfasern und einem Vinylchlorid enthaltenden Polymer enthält und dadurch gekennzeichnet ist, daß es ein Bauteil darstellt, welches als Ersatz für ein Bauteil aus Holz geeignet ist, welches einen Modul von größer als  $5 \times 10^5$  psi (3440 MPa) und einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von kleiner als  $3 \times 10^{-5}$  in/in-°F ( $5,4 \times 10^{-5}$  °C<sup>-1</sup>) aufweist, und bei dem die Menge der Holzfasern mindestens etwa 30 % und die Menge an Polymer mindestens etwa 30 % beträgt, wobei die Mengen gewichtsbezogen als Anteil am Gesamtgewicht der Holzfasern und des Polymers angegeben werden, wobei die Holzfasern eine Dicke von mindestens etwa 0,3 mm und ein Längenverhältnis von mindestens etwa 2 haben.

Wir haben festgestellt, daß hervorragende Bauteile als Ersatz für herkömmliche Bauteile aus Holz und ummanteltem Holz aus einem Verbundwerkstoff aus Polyvinylchlorid und Holzfasern bestehen können, der eine eingestellte Menge Wasser und wahlweise einen gewollten Recyclinganteil aus Abfallprodukten von der Fenster- und Türfabrikation enthalten kann. Die erfindungsgemäßen Bauteile können für Einsatzbereiche mit geringen Festigkeitsanforderungen verwendet werden, bei denen ein Modul von etwa  $3 \times 10^5$  bis  $5 \times 10^5$  psi (2060 bis 3440 MPa) erforderlich ist. Es werden auch Materialien hergestellt, die für Einsatzbereiche mit mittleren Festigkeitsanforderungen verwendet werden können, für die ein Modul von etwa  $5 \times 10^5$  bis  $1 \times 10^6$  psi (3440 bis 6900 MPa) erforderlich ist. Außerdem haben wir Materialien hergestellt, die den hohen Festigkeitsanforderungen an Fenster und Türen genügen, die im Bereich von  $1 \times 10^6$  bis  $2 \times 10^6$  psi (6900 bis 13800 MPa) und darüber liegen. Diese Materialströme können mit beträchtlichen Mengen Heißschmelzkleber, Anstrichfarbe, lösungsmittelhaltiger Kleberkomponenten, Konservierungstoffen, Recycling-Polyvinylchlorid, Pigmenten, Weichmachern usw. verunreinigt sein. Wir haben festgestellt, daß die physikalischen Eigenschaften der Baumaterialien durch das Vorhandensein derartiger Recyclingmaterialien nicht wesentlich schlechter werden. Die erfindungsgemäßen Verbundbauteile können einen hohen Modul, hohe Druckfestigkeit, reproduzierbare Abmessungen, einen annehmbaren Elastizitätskoeffizienten und einen

annehmbaren Wärmeausdehnungskoeffizienten erreichen. Wir haben gefunden, daß für die erfolgreiche Herstellung und für die physikalischen Eigenschaften des Verbundwerkstoffs aus Polyvinylchlorid und Holzfasern ein inniges Durchmischen und ein inniger Kontakt zwischen dem Polymermaterial und der Faser erforderlich sind. Beim Mischen des Polymers mit Holzfasern gewinnt das Produkt die Steuerung von Feuchtigkeitsgehalt, Faser- ausrichtung und Materialmengenanteilen, durch die die Herstellung des hervorragenden Verbundteils als Holzersatz möglich wird.

Im Rahmen dieser Anmeldung bedeutet der Begriff "Bauteil" ein lineares Bauteil mit einförmigem oder komplexem Querschnitt. Lineare Bauteile können einen kreisförmigen oder einen ovalen Querschnitt sowie einen dreieckigen, rechteckigen, quadratischen, fünfeckigen, sechseckigen, achteckigen usw. Querschnitt haben. Außerdem kann die Querschnittsform so gestaltet werden, daß das lineare Bauteil bei der Fenster- und Türfabrikation gehobelte Holzbauteile unmittelbar ersetzen kann. Das Bauteil selbst hat typischerweise eine Länge, die größer ist als seine Breite oder seine Tiefe. Die Länge kann typischerweise größer 30 cm (12 Inch) sein und erreicht häufig bis zu 16 Fuß. Die Bauteile können in Einheitslängen von 1, 1,3, 1,7, 2, 2,3, 3,3, 4, 5,3 m usw. (3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16 Fuß usw.) geliefert werden. Normale Fertigbauholzmaße können für die Herstellung der Bauteile von 1x1, 1x2, 2x2, 2x4, 2x6, 2x10 verwendet werden.

#### PVC-Homopolymer, -Copolymer und -Polymergemische

Polyvinylchlorid ist ein handelsübliches thermoplastisches Polymer. Das Vinylchloridmonomer wird nach mehreren unterschiedlichen Verfahren hergestellt, unter anderem durch die Umsetzung von Acetylen mit Chlorwasserstoff und durch direkte Chlorierung von Ethylen. Polyvinylchlorid wird typischerweise durch die radikalische Polymerisation des entstehenden Vinylchlorids hergestellt. Nach der Polymerisation wird das Polyvinylchlorid normalerweise je nach Bedarf mit Temperaturstabilisatoren, Schmiermitteln, Weichmachern, organischen und anorganischen Pigmenten, Füllstoffen, Bioziden, Verarbeitungshilfsstoffen, Flammhemmern oder anderen allgemein verfügbaren Zusatzstoffen versetzt. Polyvinylchlorid kann zur Herstellung von Polyvinylchlorid-Copolymeren auch mit anderen Vinylmonomeren kombiniert werden. Diese Copolymere können lineare Copolymere, Pfropfcopolymere, Random-Copolymere, alternierende Copolymere, Blockcopolymere usw. sein. Monomere, die zur Bildung von Vinylchlorid-Copolymeren mit Vinylchlorid kombiniert werden können, sind beispielsweise Acrylnitril; alpha-Olefine wie Ethylen, Propylen usw.; chlorierte Monomere wie Vinylidendichlorid; Acrylatmonomere wie Acrylsäure, Methylacrylat, Methylmethacrylat, Acrylamid, Hydroxyethylacrylat und andere; Styrolmonomere wie Styrol, Alphamethylstyrol, Vinyltoluol usw.; Vinylacetat; oder andere allgemein

verfügbare ethylenungesättigte Monomierzusammensetzungen. Diese Monomere können in Mengen von bis zu etwa 50 Mol-% verwendet werden, wobei der Rest Vinylchlorid ist. Die Hauptanforderung an das weitgehend thermoplastische, Vinylchlorid enthaltende Polymermaterial ist, daß es ausreichend thermoplastisch bleibt, um im Schmelzzustand mit Holzfasern gemischt werden zu können, um in Pelletform gebracht werden zu können und um zu ermöglichen, daß das Verbundmaterial oder Pellet zur Bildung des steifen Bauteils in einem thermoplastischen Verfahren extrudiert oder durch Spritzguß geformt werden kann. Polyvinylchlorid-Homopolymere und -Copolymere sind bei einer Reihe von Herstellern erhältlich. Bevorzugt ist ein Polyvinylchlorid-Homopolymer mit einem Molekulargewicht von etwa  $90.000 \pm 50.000$ , am meisten bevorzugt mit einem Molekulargewicht von etwa  $85.000 \pm 10.000$ .

#### Holzfasern

Holzfasern können unter Berücksichtigung der Häufigkeit des Vorkommens und der Eignung sowohl von Weichhölzern oder immergrünen Gehölzen als auch von Harthölzern, die allgemein als breitblättrige Laubbäume bezeichnet werden, gewonnen werden. Weichhölzer sind für die Faserherstellung im allgemeinen bevorzugt, weil sie längere Fasern liefern und einen höheren Anteil an Lignin sowie einen geringeren Anteil an Hemicellulose enthalten als Harthölzer. Während Weichholz die Hauptfaserquelle für die Erfindung ist, können Zusatzfasern aus einer Reihe von Sekundärquellen, unter anderem auch Naturfasern beispielsweise von Bambus, Reis, Zuckerrohr sowie aus Recyclingfasern von Zeitungen, Kartons, Computerausdrucken usw. gewonnen werden.

Die Hauptquelle von Holzfasern für diese Erfindung jedoch sind die beim Hobeln von Weichholz anfallenden Holzfaserabfälle, die allgemein als Sägemehl oder Hobelspäne bekannt sind. Bei diesen Holzfasern sind die Form und das Längenverhältnis regelmäßig und reproduzierbar. Die Fasern sind im allgemeinen mindestens 1 mm lang und 0,3 mm dick und haben ein Längenverhältnis von mindestens etwa 2. Vorzugsweise sind die Fasern 1 bis 7 mm lang und 0,3 bis 1,5 mm dick bei einem Längenverhältnis zwischen 2,5 und 9. Die für diese Erfindung bevorzugten Fasern sind Fasern, die aus drei gängigen Fenster- und Türherstellungsverfahren stammen. Im allgemeinen werden Holzteile zunächst quer zur Faser längsgesägt und zugeschnitten, um Holzteile von geeigneter Länge und Breite zu erhalten. Bei diesem Zusägen fällt eine beträchtliche Menge Sägemehl an. Ein regelmäßig geformtes Stück Holz wird normalerweise in seine gebrauchsfertige Endform gebracht, indem es durch eine Maschine geführt wird, die von dem Stück selektiv Holz abnimmt, so daß die gebrauchsfertige Form zurückbleibt. Bei diesen Bearbeitungsvorgängen fallen beträchtliche Mengen Sägemehl oder Zuschnittabfallprodukte an. Schließlich

entstehen beim Zuschneiden der geformten Stücke auf die richtige Größe und bei der Herstellung von Gehrungen, Stumpfstößen, sich überlappenden Verbindungsstellen und Fugen an vorgeformten Holzteilen beträchtliche Mengen Schnittabfälle. Große Schnittabfallstücke werden normalerweise zu Holzfasern verarbeitet, deren Abmessungen in etwa Sägemehl oder Sägespänen entsprechen. Diese Faserquellen können zur Bildung des Faseranteils vermischt werden, die Gesamtmenge kann zuvor auf Sägemehlgröße gebracht werden, oder die Gesamtmenge nach Mischung kann kalibriert werden, so daß sich eine gewünschte Teilchengrößenverteilung ergibt.

Das Sägemehl kann einen beträchtlichen Anteil an Nebenprodukten enthalten, beispielsweise Polyvinylchlorid oder andere Polymermaterialien, die als Beschichtung oder Ummantelung von Holzteilen dienen, Recycling-Bauteile aus thermoplastischen Materialien, Polymermaterialien von Beschichtungen, Kleber in Form von Heißschmelzklebern, lösemittelhaltigen Klebern, pulverisierten Klebern usw., Anstrichfarben wie Farben auf Wasserbasis, Alkydanstriche, Epoxidanstriche usw., Konservierungsstoffe, Antipilzmittel, keimtötende Mittel, Insektizide usw. sowie andere Stoffe, die bei der Herstellung von Holztüren und -fenstern üblich sind. Der gesamte Nebenproduktgehalt der Holzfasern beträgt normalerweise weniger als 25 Gew.-% des Gesamtholzfasergehalts am Polyvinylchlorid-Holzfasern-Produkt. Von der Gesamtmenge des Recyclingmaterials kann ein Vinylpolymer, im allgemeinen Polyvinylchlorid, etwa 10 Gew.-% ausmachen. Im allgemeinen macht der gewollte Recyclinganteil etwa 1 bis etwa 25 Gew.-% und vorzugsweise etwa 2 bis etwa 20 Gew.-% aus. Am üblichsten ist ein Anteil zwischen etwa 3 und etwa 15 Gew.-%.

#### Einstellen der Feuchtigkeit

Bei Holzfasern und Sägemehl enthalten die Fasern eine nennenswerte Menge Wasser. Wasser begleitet natürlicherweise den Einbau von Natursubstanzen während des Holzwachstums. Dieses Wasser verbleibt auch nach längerer Trocknung von Bauholz im Holz. Bei getrocknetem Bauholz, wie es für die Herstellung von Holzbauteilen verwendet wird, kann das bei der Verarbeitung anfallende Sägemehl nach der Equilibrierung ungefähr über 8 % Wasser enthalten. Wir haben gefunden, daß die Einstellung des Wassers, das in den für die erfindungsgemäßen Verbundwerkstoffe und Pellets aus Polyvinylchlorid und Holzfasern verwendeten Holzfasern natürlicherweise enthalten ist, ein wichtiger Punkt für die Erzielung einer gleichbleibenden Qualitätsoberfläche und Maßtreue der Verbundbauteile aus PVC und Holzfasern ist. Bei der Herstellung von Pellets wurde gefunden, daß die Entfernung eines Großteils des Wassers erforderlich ist, um ein Pellet zu erhalten, das optimal für die weitere Verarbeitung zu einem Bauteil geeignet ist. Frisch gefällte Bäume können je nach relativer Luftfeuchtigkeit und Jahreszeit und je nach ihrem Faseranteil

zwischen 30 und 300 Gew.-% Wasser enthalten. Nach dem Grobzuschnitt und der Kalibrierung zu Bauholz kann luftgetrocknetes Holz je nach dem Fasergehalt zwischen 20 und 30 Gew.-% Wasser enthalten. Ofengetrocknetes kalibriertes, zugeschnittenes Bauholz hat einen Wassergehalt, der typischerweise zwischen 8 und 12 % und meist zwischen 8 und 10 Gew.-% bezogen auf den Faseranteil beträgt. Manche Hölzer, beispielsweise Pappel- oder Espenholz, können einen höheren Wassergehalt aufweisen, während manche Harthölzer einen geringeren Wassergehalt haben.

Wegen des unterschiedlichen Wassergehalts des Ausgangsmaterials für die Holzfasern und wegen der empfindlichen Reaktion des Extrudats auf den Wassergehalt ist es wichtig, den Wassergehalt im Pellet auf unter 8 Gew.-% bezogen auf das Pelletgewicht einzustellen. Für Bauteile, die in einem nichtbelüfteten Extrusionsvorgang extrudiert werden, sollte das Pellet so trocken wie möglich sein und einen Wassergehalt zwischen 0,01 und 5 %, vorzugsweise unter 3,5 Gew.-%, aufweisen. Wird für die Herstellung des extrudierten Bauteils eine belüftete Vorrichtung verwendet, kann ein Wassergehalt von unter 8 Gew.-% toleriert werden, wenn die Verarbeitungsbedingungen so sind, daß die belüftete Extrusionsvorrichtung vor der endgültigen Formung des Bauteils durch den Extrusionskopf das thermoplastische Material trocknen kann.

Der maximale Wassergehalt der Polyvinylchlorid-Holzfasern-Zusammensetzung bzw. des Pellets beträgt normalerweise bis zu 4 Gew.-% und bevorzugt bis zu 3,0 Gew.-% oder weniger; am meisten bevorzugt ist ein Wassergehalt der Zusammensetzung bzw. des Pelletmaterials zwischen etwa 0,5 und 2,5 Gew.-%. Vorzugsweise wird das Wasser nach dem Mischen und dem Formen des Materials zu einem Extrudat und vor dem Zerschneiden in Pellets entfernt. Auf dieser Stufe kann das Wasser unter Nutzung der erhöhten Temperatur des Materials bei Normaldruck oder zur leichteren Entfernung bei Unterdruck entfernt werden. Die Produktion kann so optimiert werden, daß eine weitgehend gleichmäßige Einstellung des Wassergehalts im Pellet erreicht wird.

#### Herstellung der Zusammensetzung und der Pellets

Zur Herstellung der erfindungsgemäßen Zusammensetzung und des erfindungsgemäßen Pellets sind zwei wichtige Schritte erforderlich, nämlich ein erster Schritt des Mischens und ein zweiter Schritt der Pelletierung.

Während des Mischens werden das Polymer und die Holzfasern durch Mischerelemente mit hoher Scherkraft innig miteinander vermischt, um einen Polymer-Holz-Verbundwerkstoff zu bilden, wobei das Polymergemisch eine kontinuierliche organische Phase aufweist



und die Holzfasern mit den Recyclingmaterialien eine diskontinuierliche Phase bilden, die in der Polymerphase suspendiert oder dispergiert ist. Die Herstellung der dispergierten Faserphase in der kontinuierlichen Polymerphase erfordert beträchtlichen mechanischen Kraftaufwand. Dieser Kraftaufwand kann von einer Reihe von Mischvorrichtungen erbracht werden, darunter vorzugsweise von Extrudern, in denen die Stoffe unter Einwirkung hoher Scherkräfte miteinander vermischt werden, bis der richtige Grad an Benetzung und innigem Kontakt erreicht ist. Nach dem vollständigen Durchmischen der Stoffe muß der Feuchtigkeitsgehalt an einer Feuchtigkeitsentfernungsstation eingestellt werden. Das erhitzte Verbundmaterial wird bei erhöhter Temperatur ausreichend lang normalem Luftdruck oder einem Unterdruck ausgesetzt, um Feuchtigkeit zu entfernen, was zu einem Endfeuchtigkeitsgehalt von etwa 10 und vorzugsweise 8 Gew.-% oder darunter führt. Zuletzt wird die Polymerfaser gestreckt und zu einer zweckentsprechenden Form extrudiert.

Die bevorzugte Vorrichtung zum Mischen und Extrudieren des erfindungsgemäßen Pellets aus Zusammensetzung und Holz ist ein Industrieextruder. Derartige Extruder können von verschiedenen Herstellern, z.B. von Cincinnati Millicron, bezogen werden.

Das Einspeisematerial für den Extruder kann etwa 30 bis 50 Gew.-% Sägemehl einschließlich Recyclingverunreinigungen sowie etwa 50 bis 70 Gew.-% Polyvinylchloridpolymerzusammensetzungen enthalten. Vorzugsweise werden etwa 35 bis 45 Gew.-% Holzfasern oder Sägemehl mit einem Polyvinylchlorid-Homopolymer kombiniert. Das eingespeiste Polyvinylchlorid liegt normalerweise in Form kleiner Teilchen wie Flocken, Pellets, Pulver usw. vor. Es kann jede Polymerform verwendet werden, die trocken mit dem Sägemehl zu einem weitgehend homogenen Vorgemisch vermischt werden kann. Die Holzfasern bzw. das Sägemehl kann von verschiedenen Stellen innerhalb des Betriebes stammen, beispielsweise Sägemehl vom Brettersägen oder vom Sägen quer zur Faser, vom Hobeln/Zuschneiden von Holzprodukten oder aus der absichtlichen Umwandlung von Holzabfällen oder der Faserproduktion aus Holzabfällen. Diese Materialien können unmittelbar so verwendet werden, wie sie bei den einzelnen Arbeitsgängen anfallen, oder sie können zu einem Mischprodukt vermischt werden. Außerdem kann jedes Holzfasermaterial für sich oder zusammen mit anderen Holzfasermaterialien mit Abfallprodukten aus der Herstellung von Holzfenstern vermischt werden, wie bereits erwähnt. Die Holzfasern bzw. das Sägemehl kann mit anderen Fasern kombiniert und in handelsüblichen Vorrichtungen zur Handhabung von Teilchen recycelt werden.

Vor der Einspeisung in die Mischvorrichtung werden das Polymer und die Holzfasern dann in einem geeigneten Mischungsverhältnis trocken miteinander vermischt. Diese Misch-

Schritte können in separaten Pulververarbeitungsvorrichtungen durchgeführt werden, oder die Polymer-Faser-Ströme können gleichzeitig in die Mischeinrichtung eingespeist werden, und zwar in einem geeigneten Mengenverhältnis, das eine brauchbare Produktzusammensetzung ergibt.

Bei einer bevorzugten Verfahrensweise werden die Holzfasern in einen Trichter mit Volumeneinteilung gegeben, um ein gewünschtes Sägemehlvolumen abzumessen, während das Polymer in einen ähnlichen Trichter mit Volumeneinteilung gegeben wird. Die Volumina werden so eingestellt, daß gewährleistet ist, daß das Verbundmaterial Polymer und Holzfasern in einem geeigneten Mengenverhältnis enthält. Die Fasern werden in einen Doppelschneckenextruder eingespeist. Der Extruder hat einen Mischbereich, einen Transportbereich und einen Schmelzbereich. Jeder Bereich weist ein Solltemperaturprofil auf, das zu einem brauchbaren Produkt führt. Die Materialien werden mit einer Geschwindigkeit von etwa 600 bis 1000 Pounds pro Stunde in den Extruder eingespeist und vorab auf eine Temperatur von etwa 215 bis 225 °C erwärmt. Im Einspeisungsbereich wird die Temperatur auf etwa 215 bis 225 °C gehalten. Im Mischbereich wird die Temperatur in der Doppelschneckenmischstufe in voneinander getrennten Stufen abgestuft, beginnend mit einer Temperatur von etwa 220 °C bis zu einer Endtemperatur von etwa 200 °C, wobei die Temperaturerhöhung von einer Stufe zur anderen etwa 10 °C beträgt. Beim Verlassen der Mischstufe wird das Material in einen Extruderabschnitt eingeführt, in dem der gemischte thermoplastische Strom durch einen Kopfabschnitt in eine Reihe zylindrischer Ströme aufgeteilt wird. Kopfabschnitte (Durchmesser etwa 15 bis 20 cm (6 bis 8 Inch)) können etwa 10 bis 300 und vorzugsweise 20 bis 200 Öffnungen enthalten, deren Querschnittsform zur Bildung eines regelmäßigen Pellets führt. Beim Austritt aus dem Extrusionskopf wird das Material mit einem Messer, das sich mit einer Geschwindigkeit von etwa 100 bis 400 min<sup>-1</sup> dreht, entsprechend der gewünschten Pelletlänge abgeschnitten.

In gleicher Weise werden die erfindungsgemäßen Pelletmaterialien in einen Extruder eingespeist und zu den erfindungsgemäßen Bauteilen extrudiert. Als Extruder wird der unter dem Markennamen Moldovia 70 erhältliche Extruder verwendet, der zwei parallele Schnecken in einem Vier-Zonen-Zylinder von geeigneter Form enthält und eine ölbeheizte Zone aufweist. Die Vorrichtung leitet das fertige Produkt in einen Wassertank von 1,3 m (4 Fuß), und zwar mit einer Geschwindigkeit von etwa 4 Fuß Bauteil pro Minute. Zur Aufrechterhaltung der exakten Abmessungen im Extrudat kann ein Vakuummeter verwendet werden. Die Schmelztemperatur der aus dem Pellet gewonnenen thermoplastischen Masse muß zwischen 199 und 215 °C (390 bis 420 °F) liegen. Die Schmelze im Extruder wird belüftet, um Wasser zu entfernen, und die Belüftung erfolgt in einem

Vakuum von mindestens 7,6 cm (3 Zoll) Quecksilbersäule. Die Extrudertrommel hat Temperaturzonen, in denen die Maximaltemperatur von etwa 240 °C in acht aufeinanderfolgenden Stufen auf eine Minimaltemperatur von 180 bis 190 °C herabgesetzt wird.

Im folgenden werden Ausführungsformen der Erfindung anhand von Beispielen und unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen beschrieben.

Fig. 1 und 2 zeigen Bauteile eines Fensters (Fig. 1) und einer Tür (Fig. 2) im Querschnitt.

Fig. 1A zeigt Querschnittsdarstellungen der Bauteile eines erfindungsgemäßen Fensters. Das Fenster wird in eine Wandkonstruktion eingesetzt, die aus dem Rahmenschenkel 101 gebildet wird und einen Installationsflansch 102 aufweisen kann, der mit dem äußeren Rahmenteil 103 zusammenwirkt. Das äußere Rahmenteil 103 kann an der Seitenleiste einen Fenstergummi 126 aufweisen, der mit den in den Rahmen eingesetzten Doppelschiebefensterelementen zusammenwirkt. Das äußere Rahmenelement 103 kann als äußere Abdeckung eine thermoplastische Fensterstockdichtung 104 aufweisen. Das Doppelschiebefenster kann mit leistungsfähigem Isolierglas 105, einem Dichtungstreifen 106 aus Vinyl und einem Schiebeflügel mit unterer Leiste 107, der gleitbar in das äußere Rahmenelement 103 eingesetzt ist, versehen sein. Die untere Leiste 107 des Schiebeflügels kann im geschlossenen Zustand auf einer Fensterbank 111 aufsitzen. Die Außenseite der Fensterbank kann mit einer Außenfensterbank 108 und mit einer Simsblende 110 verkleidet werden. Jedes dieser Bauteile kann durch Extrudieren und geeignetes Spritzgußformen des erfindungsgemäßen PVC-Holzfaserverbundwerkstoffs gebildet werden.

Fig. 1B zeigt den oberen Bereich eines in eine Fensteröffnung eingesetzten Fensterelements. Die obere Leiste 115 des Schiebeflügels ist gleitbar in die Kopfleiste 114 eingesetzt, die auch eine Nut 113 für ein Drahtgitter 117 aufweist. Der Schieberahmen enthält Isolierglas 125, das normalerweise in eine Seitenleiste 119 eingesetzt ist. Ferner besitzt das Fenster eine Seitenleiste 121 als umlaufendes Rahmenelement des Fensters. Bei dem Doppelschiebefenster (Fig. 1C) treffen sich die Schiebeflügel in einem Stoßbereich, in dem die obere Leiste 122 mit der unteren Leiste 124 zusammentrifft, wobei ein Dichtgummi 123 den Raum zwischen den Leisten abdichtet. Das obere und das untere Isolierglas 125 sind gezeigt.

Fig. 2 zeigt eine typische Holzschiebetür im Querschnitt. Das obere Ende des Türelements (Fig. 2B) ist mit dem Rahmenelement 200 in einen Rahmen eingesetzt. Das obere Ende der Tür wird von der Kopfleiste 201 gebildet, die auf die obere Leiste 203 abgestimmt ist, die mit dem oberen Anschlag und dem Dichtgummi 202 montiert ist. Die Kopfleiste kann auch

eine Nut 204 für ein Drahtgitter aufweisen. Das Fenster weist außerdem eine Seitenleiste 205 und einen Seitenpfosten 206 auf. Die mittige Stoßstelle (Fig. 2A) der Glasschiebetür ist so ausgebildet wie gezeigt, wobei zwischen dem feststehenden Pfosten 207 und dem schiebbaren Pfosten 209 ein Dichtgummi 208 angebracht ist. Das untere Ende des Fensters (Fig. 2C) wird von den Rahmenelementen 210 und 211 gebildet. Der Türrahmen enthält eine Führung 221 aus extrudiertem Aluminium, die auf einer Türschwelle 219 aus extrudiertem Verbundmaterial aufsitzt. Die Unterseite der Tür ist mit einem Dichtgummi 218 abgedichtet. Das untere Ende des Fensters sitzt auf einem Blindfußboden 217 auf, der von einem Fertigboden 216 abgedichtet wird. Die Unterseite der verschiebbaren Tür 215 ruht auf dem Verbundteil 219. Jedes der Bauteile der in den Zeichnungen abgebildeten Fenster kann aus dem erfindungsgemäßen extrudierten thermoplastischen Polymer-Holzfaserverbundwerkstoff gefertigt sein.

#### Versuchsteil

Die nachfolgenden Beispiele und Angaben wurden zur weiteren Erläuterung der Erfindung entwickelt, die vorstehend im Detail beschrieben wurde. Im folgenden werden die typischen Fabrikationsbedingungen und Zusammensetzungen sowie der Dehnungsmodul eines aus einem Pellet hergestellten Bauteils erläutert. Die nachfolgenden Beispiele und die in Tabelle 1 angegebenen Werte beziehen sich auf die beste Ausführungsform.

#### Beispiel 1

Für die Pelletherstellung wurde ein Cincinnati-Millicron-Extruder mit HP-Zylinder, Cincinnati-Pelletierschnecken und AEGK-20-Pelletierkopf mit 260 Löchern mit einem Durchmesser von jeweils etwa 0,05 cm (0,02 Zoll) verwendet. Das Einspeisungsmaterial für die Pelletiereinrichtung setzte sich aus etwa 60 Gew.-% Polymer und 40 Gew.-% Sägemehl zusammen. Das Polymermaterial umfaßte ein thermoplastisches Gemisch von etwa 100 Teilen Polyvinylchlorid-Homopolymer, etwa 15 Teilen Titandioxid, etwa 2 Teilen Ethylenbis-Stearinsäureamidwachs als Schmierstoff, etwa 1,5 Teilen Calciumstearat, etwa 7,5 (Teilen) Acrylharz-Schlagfestigkeitsmodifikator/Prozeßhilfsstoff 820-T von Rohm & Haas und etwa 2 Teilen Dimethylzinnthioglykolat. Das Sägemehl umfaßt Holzfaserteilchen, die zu etwa 5 Gew.-% Recycling-Polyvinylchlorid enthalten, dessen Zusammensetzung im wesentlichen die gleiche ist wie oben angegeben. Die Anfangsschmelztemperatur im Extruder wurde auf einem Wert zwischen 350 und 400 °C gehalten. Die Pelletiervorrichtung wurde mit einem gemeinsamen Durchsatz von Vinyl/Sägemehl von 363 kg (800 pounds) pro Stunde betrieben. In der ersten Extruderbeschickungszone wurde die Zylindertemperatur auf einem Wert zwischen 215 und 225 °C gehalten. In der Einspeisungs-

zone wurde der Zylinder auf 215 bis 225 °C gehalten, in der Kompressionszone auf 205 bis 215 °C und in der Schmelzzone auf 195 bis 205 °C. Die Düse war in drei Zonen unterteilt, und zwar in die erste Zone mit 185 bis 195 °C, die zweite Zone mit 185 bis 195 °C und die letzte Zone mit 195 bis 205 °C. Der Pelletierkopf wurde mit einer Einstellung von 100 bis 400 min<sup>-1</sup> betrieben, was zu Pellets mit einem Durchmesser von 5 mm und einer in der nachstehenden Tabelle angegebenen Länge geführt hat.

Tabelle I  
Ergebnisse der Pellettiervorrichtung

PVC/Holz- faser	Schmelztemp. in Pelletier- vorrichtung, °F	Pellet- länge, Zoll	Schmelz- temp. °F	Visko- sität q <sub>F</sub> Profil	Feuchtigkeit Sägenhl %	Pellet- feucht. %	Pelletgesamt- dichte g/cm³	Profil- dichte g/cm³	Dehnungs- modul psi
60/40	366	0.233	366	2380	4.71, 4.83	0.96	.546 (.006)	1.426	990600
	365			2755					
60/40	362	0.233	362	2452	4.71, 4.83	0.96	.566 (.006)		733300
70/30	375	0.080	375	2274	5.28	1.34	.454 (.007)	1.43	820100
70/30	375	0.080	376	2299	5.28	1.34	.454 (.007)	1.435	697600
50/30	372	0.084	382	2327	4.94	1.95	.347 (.007)	1.367	752900
70/30	374	0.195	385	2431		0.93	.595 (.005)	1.427	707600
70/30	374	0.195	378	2559		0.93	.595 (.005)	1.433	1103000
60/40	375	0.089	377	1985	5.36	1.33	.418 (.003)	1.423	815800
60/40	375	0.089	374	2699	5.36	1.33	.418 (.003)	1.408	
50/30	374	0.201	367	2541	5.33	2.09	.462 (.004)		
50/30	364	0.201	366	2670	5.33	2.09	.462 (.004)	1.397	724300
60/40	351	0.247	374	1948	4.62	1.03	.466 (.009)	1.426	860000
60/40	351	0.247	370	2326	4.62	1.03	.466 (.009)	1.433	996700
60/40	361	0.103	373	1605	5.53	1.57	.387 (.005)	1.431	983400
60/40	361	0.103	381	2221	5.53	1.57	.387 (.005)	1.435	855800
70/30	364	0.202	376	1837	5.25	1.50	.429 (.010)	1.433	868300
70/30	364	0.202	378	2376	5.25	1.50	.429 (.010)	1.434	798100
70/30	367	0.085	374	1593		1.48	.378 (.002)	1.438	744200
70/30	367	0.085	375	2145		1.48	.378 (.002)	1.439	765000
50/30	367	0.177	371	2393	5.08, 5.51	1.61	.434 (.007)	1.408	889700
50/30	367	0.177	371	3008	5.08, 5.51	1.61	.434 (.007)	1.528	1029000
50/30	366	0.085	370	2666		2.01	.438 (.003)	1.405	922100
50/30	366	0.085	369	2257		2.01	.438 (.003)	1.383	922600

Das Verbundmaterial in der Tabelle wurde mit einem Polyvinylchlorid der Firma B.F. Goodrich, das unter der Bezeichnung GEON 427 bekannt ist, hergestellt. Das Polymer ist ein Polyvinylchlorid-Homopolymer von etwa  $88.000 \pm 2.000$ . Die Holzfasern sind Sägemehlabbfälle vom Hobeln/Zuschneiden von Weichholz bei der Herstellung von Holzfenstern bei der Andersen Corporation, Bayport, Minnesota. Der Holzfaseranteil enthielt zu 5 % beabsichtigte Verunreinigungen von Recycling-PVC. Der Modul der Polyvinylchloridverbindung, der ebenso wie bei den Verbundmaterialien gemessen wurde, beträgt etwa 430.000 psi (2900 MPa). Der Young-Modul wird in Anwendung des ASTM-Verfahrens D-638 mit einer programmgesteuerten automatischen Materialprüfvorrichtung Typ 450S, Baureihe 9, von Instron gemessen. Die Prüflinge werden entsprechend dem Versuch hergestellt und bei einer relativen Feuchtigkeit von 50 % und 23 °C (73 °F) mit einer Zugstangenkopfgeschwindigkeit von  $0,5 \text{ cm} \times \text{min}^{-1}$  ( $0,2 \text{ in} \times \text{min}^{-1}$ ) gemessen.

Nach der Tabelle wurde gefunden, daß das bevorzugte erfindungsgemäße Pellet einen Young-Modul von mindestens 500.000 psi (3400 MPa) aufweist und oft im Bereich von mehr als etwa 800.000 psi (5500 MPa), vorzugsweise zwischen 800.000 und  $2,0 \times 10^6$  psi (5500 und 13800 MPa) liegt. Außerdem paßt der Wärmeausdehnungskoeffizient des Materials gut zu einem Mittelwert von Aluminium-, PVC- und Holzprodukten und liegt im Bereich von etwa  $7,3$  bis  $8,2 \times 10^{-1} \text{ cm} \times ^\circ\text{C}^{-1}$  ( $1,6$  bis  $1,8 \times 10^{-5} \text{ Inch} \times ^\circ\text{F}^{-1}$ ). Es wird angenommen, daß die überlegenen Eigenschaften der aus dem erfindungsgemäßen Verbundmaterial bzw. Pellet hergestellten Bauteile größtenteils auf die in vorstehender Tabelle angegebenen Merkmale des Pellets zurückzuführen sind. Die Tabelle belegt eindeutig, daß zur Herstellung eines ordnungsgemäßen Pellets das Polyvinylchlorid und die Holzfasern in unterschiedlichen Mengenverhältnissen und unter verschiedenen Temperaturbedingungen miteinander kombiniert werden können. Das Pellet kann dann in weiteren Extrusionsschritten dazu verwendet werden, ein zweckmäßiges extrudiertes Bauteil herzustellen, das für die Herstellung umweltgerechter Fenster und Türen geeignet ist. Das Verbundmaterial ist ein hervorragender Ersatz für Holz, weil es vergleichbare mechanische Eigenschaften aufweist und obendrein eine Maßtreue und eine Beständigkeit gegenüber Verrottung und Insektenfraß hat, wie sie von Holzprodukten nicht erreicht werden können.

Tabelle II  
Ergebnisse der Schrumpfung des Verbundmaterials

PVC/Holz- faser (Gew.-%)	Schmelztempera- tur in Pelle- tiervorr., °F	Pelletlänge Zoll	mm	Schmelztempera- tur Profil °F	Schmelzdruck Profil psi	Dehnungsmodul Bauteil psi	Schrumpfung im Wasserbad von 190 °F	Schrumpfung im Ofen bei 180 °F
60/40		.233		365.3 365.8	2589 2753	990600	0.172	0.162
60/40		.233		362.5	2432			
70/30	375.7 (1.5)	.080		375.5	2274	733300	0.182	0.342
70/30	375.7 (1.5)	.080		376.8	2299	820100	0.142	0.322
50/50	372.5 (1.9)	.084		382.8	2327	697600	0.292	0.292
70/30	374.8 (1.5)	.195		385	2431	762900	0.062	0.312
70/30	374.8 (1.5)	.195		378.9	2559	787600	0.002	0.272
60/40	375.9 (1.1)	.089		377.1	1985	1103000	0.002	0.222
60/40	375.9 (1.1)	.089		374.6	2899	815800	0.202	0.052
50/50	374.2 (1.9)	.201		367.6	2541			
50/50	364.2 (1.9)	.201		366.4	2670	724300		
60/40	351.8 (4.9)	.247		374.7	1948	860000	0.002	0.252
60/40	351.8 (4.9)	.247		370.5	2326	998700	0.042	0.202
60/40	361.2 (1.3)	.103		373.4	1605	985400	0.002	0.232
60/40	361.2 (1.3)	.103		381.5	2221	855800	0.072	0.212
70/30	365.8 (1.6)	.202		376.5	1837	868300	0.052	0.262
70/30	364.8 (1.6)	.202		378.1	2376	788100	0.172	0.222
70/30	367.5 (1.1)	.085		374.9	1593	744200	0.202	0.342
70/30	367.5 (1.1)	.085		375.2	2145	765000		
50/50	367.4 (1.7)	.177		371.9	2395	899200	0.002	0.212
50/50	367.4 (1.7)	.177		371.2	3008	1029000	0.052	0.232
50/50	366.4 (2.6)	.085		370.7	2666	922100	0.092	0.242
50/50	366.4 (2.6)	.085		369.6	2257	922600	0.092	0.242
100*						429300	0.952	0.852

\*PVC



Die Angaben in Tabelle II beziehen sich auf die Herstellung eines Verbundbauteils aus einem Verbundwerkstoffpellet. Das Bauteil hat einen hervorragenden Dehnungsmodul und ein hervorragendes Hochtemperaturschrumpfverhalten.

Erfindungsgemäße Pellets wurden mit einer Standardspritzpresse zu Standardprüflingen geformt. Die Ergebnisse sind in nachstehender Tabelle zusammengefaßt. Durchführung und Bedingungen der Herstellung der Prüflinge sind nachfolgend angegeben.

Tabelle III  
Spritzgußprüflinge

Bezeichnung	Dehnungsmodul (ksi)	Standardabweichung (ksi)
hochschmelzend/großes Pellet/40 %	1205	242,4
PVC	488,8	28,4
hochschmelzend/kleines Pellet/40 %	1232	133,3

Auch diese Werte belegen die Verarbeitbarkeit der Verbundwerkstoffe mittels Spritzguß.

Pellet	klein 1 lg. Pellet 40 %	groß 1 lg. Pellet 40 %	klein 2 PVC	groß 2 PVC	klein 3 kl. Pellet 40 %	groß 3 kl. Pellet 40 %
Standardzyklus:	30,0	30,0	30,0 s	30,0 s	30,0 s	30,0 s
Schnelle Spritzzeit	---	---	---	---	---	---
Zeit Spritzverstärkung	2,5	3,0	2,5	3,0	3,0	3,0
Füllzeit	1,0 bis 1,2	1,2 bis 1,5	1,2	1,6	1,2	1,6
Spritzgußzeit	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Dauer Form-geschlossen	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Dauer Form offen	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Spritzdruck schnell	---	---	---	---	---	---
Spritzdruck verstärkt	1800 psi	1850 psi	1300 psi	1350 psi	1800 psi	1700 psi
Druck Spritzgußform	800 psi	800 psi	1000 psi	1000 psi	1000 psi	1000 psi
dynamischer Druck	30 lbs.	30 lbs.	30 lbs.	30 lbs.	30 lbs.	30 lbs.
Spritzgeschwindigkeit	w/o	w/o	w/o	w/o	w/o	w/o
Schneckengeschwindigkeit	schnell	schnell	schnell	schnell	schnell	schnell
Einspeisung	langsam	langsam	langsam	langsam	langsam	langsam
Puffer	1 1/2"	2"	1 1/2"	2"	1 1/2"	2"
Entspannung	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
vordere Zone	aus	aus	aus	aus	aus	aus
hintere Zone	340 °F	340 °F	340 °F	340 °F	340 °F	340 °F
Schmelztemperatur	330	330	330	330	330	330
	360 bis	360 bis	360 bis	360 bis	360 bis	360 bis
	370	370	370	370	370	370
Düsenradius	1/2"	---	---	---	---	---
Düsenöffnung	wie bei Form	---	---	---	---	---
Kernfolge	entfällt	---	---	---	---	---
E. J. Stroke	max.	---	---	---	---	---
K. O. Bar Length	The Backs Std.	---	---	---	---	---
K. O. Stud Length	5/8"	---	---	---	---	---
Hub Form-offen	16"	---	---	---	---	---
Mehrfachhub	2	---	---	---	---	---
Düse langsam	auf schnell - mittel	---	---	---	---	---
Wasser A-Seite	Turm	Turm	Turm	Turm	Turm	Turm
Wasser B-Seite	Turm	Turm	Turm	Turm	Turm	Turm
Poti-Einstellung:	Auto	Auto	Auto	Auto	Auto	Auto
ganz offen	Auto	Auto	Auto	Auto	Auto	Auto

Die erfindungsgemäßen Materialien wurden außerdem auf Pilzbeständigkeit getestet. Die Ergebnisse sind in Tabelle IV ausgewiesen.

Tabelle IV

ASTM D-1413 (Test auf Beständigkeit gegenüber Pilzbefall)

Ergebnisse

PVC-Verbundwerkstoff:

Anwendung	PVC Gew.-%	Pilz	Gewicht nach dem Laugen (g)	End- gew. (g)	Gew.- verlust (g)	Gew.- verlust (%)
Soil Block*		GT	8,56	8,56	0,00	0,00 %
Soil Block		GT	8,64	8,64	0,00	0,00 %
Soil Block		GT	8,47	8,45	0,02	0,24 %
Soil Block		GT	8,58	8,58	0,00	0,00 %
Soil Block		GT	8,57	8,57	0,00	0,00 %

(Mittelwert = 0,05 %  
Standardabweichung = 0,11 %)

Soil Block	TV	9,23	9,23	0,00	0,00 %
Soil Block	TV	8,51	8,48	0,03	0,35 %
Soil Block	TV	8,93	8,93	0,00	0,00 %
Soil Block	TV	8,94	8,94	0,00	0,00 %
Soil Block	TV	8,35	8,35	0,00	0,00 %

(Mittelwert = 0,07 %  
Standardabweichung = 0,16 %)

Vergleichsprüflinge aus unbehandelter Ponderosa-Pinie

Anwendung	Pilz	Anfangs- gewicht (g)	End- gewicht (g)	Gewichts- verlust (g)	Gewichts- verlust (%)
Soil Block	GT	3,07	1,41	1,66	54,07 %
Soil Block	GT	3,28	1,59	1,69	51,52 %
Soil Block	GT	3,42	1,65	1,77	51,75 %
Soil Block	GT	3,04	1,29	1,75	57,57 %
Soil Block	GT	3,16	1,71	1,45	45,89 %

(Mittelwert = 52,16 %  
Standardabweichung = 4,27 %)

Tabelle IV (Fortsetzung)

Anwendung	Pilz	Anfangs- gewicht (g)	End- gewicht (g)	Gewichts- verlust (g)	Gewichts- verlust (%)
Soil Block	TV	3,15	2,88	0,27	8,57 %
Soil Block	TV	3,11	2,37	0,74	23,79 %
Soil Block	TV	3,02	2,73	0,29	9,60 %
Soil Block	TV	3,16	2,17	0,45	14,24 %
Soil Block	TV	3,06	2,41	0,65	21,24 %

(Mittelwert = 15,49 %; Standardabweichung = 6,82 %)

Vergleichsprüflinge aus behandelter Ponderosa-Pinie

Anwendung	PVC Gew.-%	Pilz	Gewicht nach dem Laugen (g)	End- gew. (g)	Gew.- verlust (g)	Gew.- verlust (%)
Soil Block		GT	3,53	3,49	0,04	1,13 %
Soil Block		GT	3,37	3,35	0,02	0,59 %
Soil Block		GT	3,60	3,59	0,01	0,28 %
Soil Block		GT	3,28	3,59	0,03	0,91 %
Soil Block		GT	3,41	3,38	0,03	0,88 %

(Mittelwert = 0,76 %  
Standardabweichung = 0,33 %)

Soil Block		TV	3,41	3,40	0,01	0,29 %
Soil Block		TV	3,80	3,78	0,02	0,53 %
Soil Block		TV	3,37	3,35	0,02	0,59 %
Soil Block		TV	3,39	3,36	0,03	0,88 %
Soil Block		TV	3,35	3,33	0,02	0,60 %

(Mittelwert = 0,58 %  
Standardabweichung = 0,21 %)

GT = Gloeophyllum Trabeum (Braunfäulepilz)

TV = Trametes versicolor (Weißfäulepilz)

\* Würfel gemäß Definition in ASTM D-1413  
Die Verbundwerkstoffe waren den Pinienprüflingen überlegen.

Der Dehnungsmodul ist definiert als der steilste lineare Bereich der Spannungs/Dehnungs-Kurve (ausgehend von den ursprünglichen Maßen des Prüflings) zwischen ursprünglichem Zustand und Nachgiebigkeit des Materials (Instron-Reihe IX, Berechnung 19,3). Die technische Streckgrenze ist das erste Belastungsniveau, bei dem die Spannungs-Dehnungs-Kurve eine Nullsteigung erreicht (Berechnung 8,4). Die Festigkeit ist der Integrationsbereich unter der Belastungs-Dehnungs-Kurve geteilt durch das Volumen der Meßlänge des Prüflings (Berechnung 43,5).

#### Untersuchte Produkte

1. 0,25 cm dicke extrudierte Leiste aus Sekundär-PVC
2. 0,25 cm dicke nichtpelletisierte extrudierte 60/40-Leiste
3. 0,25 cm dicke pelletisierte extrudierte 60/40-Leiste
4. 0,25 cm dicke pelletisierte extrudierte 60/40-Leiste mit Additiv
5. behandelte Ponderosa-Pinie.

#### Zielsetzung

Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens der vorgenannten Prüflinge.

#### Ergebnis

Sekundär-PVC zeigte innerhalb von zweiundzwanzig Stunden die niedrigsten und am besten reproduzierbaren Ergebnisse bei der Gewichtsveränderung. Ponderosa-Pinie zeigte im Zeitraum von zweiundzwanzig Stunden die stärksten Gewichtsveränderungen und Gewichtsschwankungen. Alle drei 60/40-Verbundwerkstoffe zeigten vergleichbare Ergebnisse und absorbierten weniger als 10 % des von behandeltem Pinienholz aufgenommenen Wassers.

Allerdings zeigte sich beim Sekundär-PVC im Zeitraum von zweiundzwanzig Stunden die stärkste Volumenänderung. Erneut waren die Ergebnisse für die drei 60/40-Verbundwerkstoffe in etwa gleich. Die Ergebnisse für die Ponderosa-Pinie waren etwa viermal schlechter als bei den Verbundwerkstoffen (vgl. nachstehende Werte).

Produkt	mittlere Gewichtsänderung in % nach 22 Stunden	mittlere Gewichtsänderung in % nach 22 Stunden
1	0,45 (0,34)	20 (4,0)
2	5,4 (0,88)	3,4 (3,7)
3	4,3 (0,95)	3,7 (3,0)
4	3,5 (0,56)	3,6 (2,7)
Ponderosa-Pinie	71 (22)	12 (6,9)

#### Prüfverfahren

Die Prüflinge aus Ponderosa-Pinie wurden hergestellt, indem 0,25 cm dicke Streifen vom inneren Anschlagbereich der Kopf/Fensterbrett-Profile abgeschnitten wurden. Als Feuchtigkeitsgehalt des Holzes zum Zeitpunkt der Wassereinweichprüfung wurde mit dem Ofentrocknungsverfahren nach ASTM D-143 ein Wert von 14 % bestimmt.

Die Prüflinge für die Wasserabsorption wurden hergestellt, indem von den Prüflingen aus Pinie und extrudiertem Material Scheiben mit einem Durchmesser von etwa 2,74 cm (1,080 in) abgeschnitten wurden. Wegen der offensichtlichen Schwankungen im Wasseraufnahmevermögen wurde eine größere Anzahl Prüflinge (15) aus Ponderosa-Pinie gefertigt. Damit erhöhte sich die Aussicht auf reproduzierbare Ergebniswerte. Von den übrigen Materialien wurden nur sechs Prüflinge gefertigt.

Die Prüfverfahren und die Berechnungen wurden gemäß ASTM D1037 durchgeführt.

Merkmale von Polymer-Holz-Verbundwerkstoffen und daraus gefertigten Teilen sind in den US-Patentanmeldungen 07/938604, 07/938364 und 07/938365 sowie in den europäischen Patentanmeldungen offenbart, die die Priorität gegenüber diesen mit dieser Anmeldung eingereichten Anmeldungen beanspruchen. Hinsichtlich dieser Merkmale wird auf die Angaben in diesen Anmeldungen verwiesen.

Tabelle V

Wasseraufnahme und Dickenzunahme

5	Probe	Ausgangs- wert	nach 22 Std.	Gewichts- änderung in %	Ausgangs- wert	nach 22 Std.	Volumen- änderung	Volumen- änderung in %
	<u>Sekundär-PVC</u>							
10	1	2.2572	2.2703	0.0131	0.58	0.125	0.027	21.5
	2	2.206	2.2163	0.0103	0.47	0.128	0.023	18
	3	2.2064	2.208	0.0016	0.07	0.123	0.032	26
	4	2.1879	2.1895	0.0016	0.07	0.088	0.018	20.5
15	5	2.3189	2.3412	0.0223	0.96	0.094	0.017	18.1
	6	2.2525	2.2646	0.0121	0.54	0.106	0.014	13.2
				Mittelwert	0.45(.34)		Mittelwert	20(04)
	<u>60/40 nicht pelletiert</u>							
20	1	1.5637	1.6444	0.0807	5.2	0.072	0.074	2.8
	2	1.5033	1.5868	0.0835	5.6	0.076	0.077	1.3
	3	1.5984	1.6694	0.071	4.4	0.078	0.08	2.6
	4	1.5191	1.5872	0.0681	4.5	0.074	0.073	1.4
25	5	1.4515	1.5462	0.0947	6.5	0.074	0.075	1.4
	6	1.5099	1.5948	0.0939	6.3	0.074	0.082	10.8
				Mittelwert	5.4 (.88)		Mittelwert	3.4(3.7)
	<u>60/40 pelletiert</u>							
30	1	1.6321	1.7074	0.0753	4.6	0.084	0.077	8.3
	2	1.6262	1.7006	0.0804	4.9	0.078	0.083	6.4
	3	1.5855	1.6735	0.088	5.6	0.076	0.075	1.3
	4	1.6814	1.7311	0.0497	3	0.083	0.082	1.2
35	5	1.6851	1.7486	0.0635	3.8	0.084	0.082	2.4
	6	1.6682	1.7284	0.0602	3.6	0.079	0.081	2.5
				Mittelwert	4.3(.95)		Mittelwert	3.7(3.0)

Tabelle V (Fortsetzung)

Probe	Ausgangs- wert	nach 22 Std.	Gewichts- änderung	Gewichts- änderung in %	Ausgangs- wert	nach 22 Std.	Volumen- änderung	Volumen- änderung in %
5								
<u>Ponderosa-Pinie</u>								
1	0.6747	1.0531	0.3784	56	0.107	-0.084	0.023	21
2	0.673	1.0401	0.3671	55	0.069	0.082	0.013	19
3	0.6659	1.0322	0.3763	57	0.075	0.078	0.003	4
4	0.4836	0.8846	0.401	83	0.077	0.079	0.002	2.6
5	0.4654	0.8527	0.3963	85	0.073	0.074	0.007	9.5
6	0.6504	1.0438	0.3934	60	0.071	0.083	0.012	16.9
7							0.004	
8	0.749	1.244	0.4954	66	0.081	0.088	0.007	5.2
9	0.4763	1.0667	0.5904	24	0.072	0.08	0.009	12.5
10	0.4817	0.8357	0.374	81	0.071	0.074	0.003	4.2
11	0.6574	0.8795	0.2221	34	0.076	0.089	0.013	17.1
12	0.4685	0.8981	0.4296	92	0.071	0.082	0.011	15.5
13	0.8917	1.1006	0.4089	59	0.07	0.08	0.01	14.3
14	0.6605	1.0323	0.3718	56	0.101	0.08	0.021	20.8
15	0.4817	0.8695	0.3879	81	0.073	0.075	0.002	2.7
			Mittelwert	71(22)			Mittelwert	12(6.9)

25

30



93 306 843.9-2312 (EP 0 586 211)

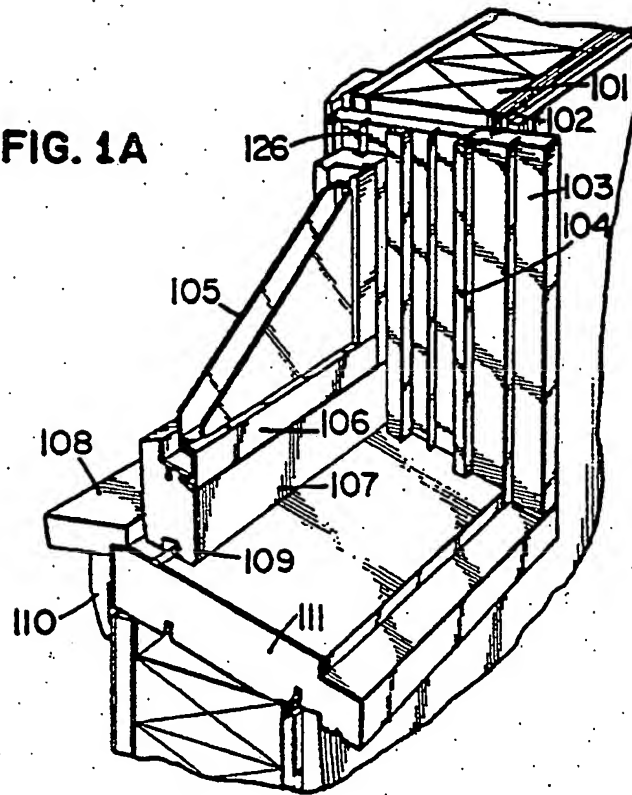
### Patentansprüche

1. Verbundteil aus Polymer und Holz, welches eine Mischung aus Holzfasern und einem Vinylchlorid enthaltenden Polymer enthält,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
es ein Bauteil darstellt, welches als Ersatz für ein Bauteil aus Holz geeignet ist, welches einen Modul von größer als  $5 \times 10^5$  psi (3440 MPa) und einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von kleiner als  $3 \times 10^{-5}$  in/in-°F ( $5,4 \times 10^{-5}$  °C<sup>-1</sup>) aufweist, und bei dem die Menge der Holzfasern mindestens etwa 30 % beträgt und die Menge an Polymer mindestens etwa 30 % beträgt, wobei die Mengen gewichtsbezogen als Anteil am Gesamtgewicht der Holzfasern und des Polymers angegeben werden, wobei die Holzfasern eine Dicke von mindestens etwa 0,3 mm und ein Längenverhältnis von mindestens etwa 2 hat.
2. Verbundbauteil nach Anspruch 1, bei dem der Wassergehalt weniger als 8 Gew.-% beträgt.
3. Verbundbauteil nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der thermische Ausdehnungskoeffizient kleiner als etwa  $2,5 \times 10^{-5}$  in/in-°F ( $4,5 \times 10^{-5}$  °C<sup>-1</sup>) ist.
4. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der thermische Ausdehnungskoeffizient mindestens etwa  $1,5 \times 10^{-5}$  in/in-°F ( $2,7 \times 10^{-5}$  °C<sup>-1</sup>) beträgt.
5. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei dem der Modul größer als  $7,5 \times 10^5$  psi (5171 MPa) ist.
6. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, welches einen rechteckigen Querschnitt mit einer Breite von größer als etwa 1 cm und einer Tiefe von größer als etwa 1 cm aufweist.
7. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, welches einen quadratischen

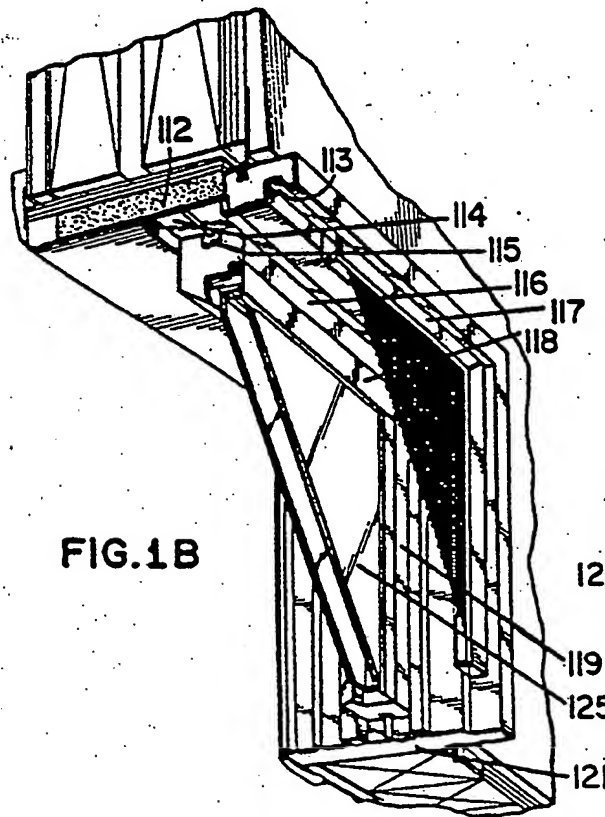
Querschnitt mit einer Breite von größer als etwa 1 cm aufweist.

8. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, welches eine Länge von größer als etwa 30 cm aufweist.
9. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Menge des Polymers in der Mischung größer als etwa 35 % ist, bevorzugter größer als etwa 50 %.
10. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Menge der Holzfasern in der Mischung mehr als etwa 35 % beträgt.
11. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem die Menge des Polymers in der Mischung weniger als etwa 70 % beträgt, bevorzugter weniger als etwa 65 %.
12. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Mischung etwa 35 bis etwa 65 % Polymer und etwa 30 bis etwa 50 % Holzfasern enthält.
13. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Mischung etwa 50 bis etwa 70 % Polymer und etwa 30 bis etwa 50 % Holzfasern enthält.
14. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 13, bei dem das Teil einen gestalteten Querschnitt hat.
15. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 14, welches durch Extrudieren hergestellt wurde.
16. Verbundbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 15, aufweisend einen oder mehrere Vertreter aus (a) einer Leiste, (b) einem Anschlag, (c) einer Schiene, (d) einem Rahmen, (e) einer Fensterbank bzw. einer Türschwelle, (f) einer senkrechten Leiste, (g) einer Gitterkomponente oder (h) einer Führung.
17. Verbundbauteil nach Anspruch 15, welches eine Führung für ein Schiebefenster oder eine Tür aufweist.

**FIG. 1A**



**FIG. 1B**



**FIG. 1C**

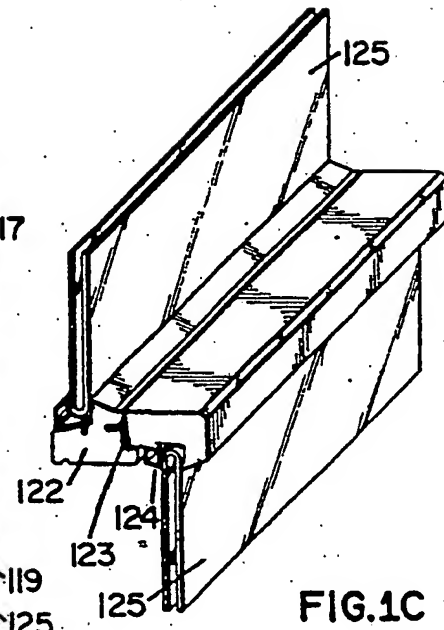


FIG. 2A

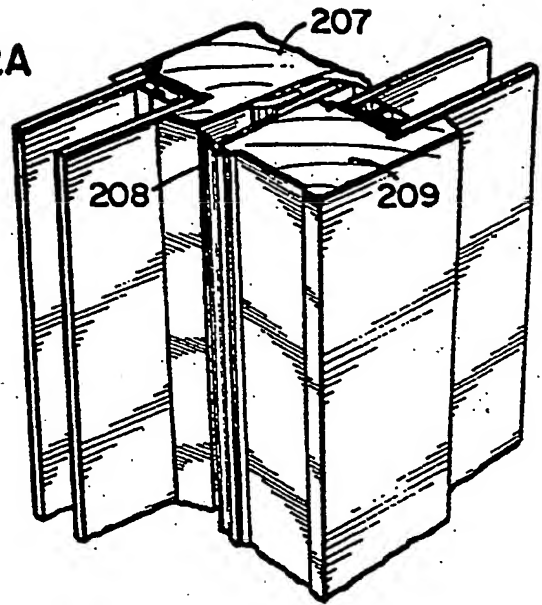


FIG. 2B

